

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**  
 Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**  
 Отделение **электронной инженерии**

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Робот-дезинфектор</b>

УДК 621.865.8:004.896:648.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А7Б	Субботин Дмитрий Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОЭИ	Коломейцев А.А.	-		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	д-р экон. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Авдеева И.И.	—		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Арышева Г.В.	К.Т.Н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	К.Т.Н.		

## Планируемые результаты освоения ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном и иностранном (-ых) языке
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;
ОПК(У)-2	Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;
ОПК(У)-3	Способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;
ОПК(У)-4	Готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации;
ОПК(У)-5	Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;
ОПК(У)-6	Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;
ОПК(У)-7	Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;
ОПК(У)-8	Способность использовать нормативные документы в своей деятельности;

ОПК(У)-9	Способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности.
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования
ПК(У)-2	Способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения
ПК(У)-3	Готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы виде научных отчетов, публикаций, презентаций
ПК(У)-4	Способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов
ПК(У)-5	Готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
ПК(У)-6	Способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы
ПК(У)-7	Способность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа

Направление подготовки

Отделение

**Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**

**11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

**электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      (Дата)

В.С. Иванова  
(Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1А7Б	Субботину Дмитрию Александровичу

Тема работы:

Робот-дезинфектор	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	25.01.2021 №25-16/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования — автономный робот-дезинфектор.</p> <p>Цель исследования — разработка робота-дезинфектора; создание прототипа устройства.</p>
---	--

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Теоретический обзор предметной области; Описание назначения элементов устройства; Разработка схемы электрической принципиальной; Разработка 3D-модели корпуса устройства; Написание программного кода для движения робота.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Схема электрическая принципиальная ФЮРА.941712.016 Э3 Функциональная схема движения ФЮРА.941712.016 Э2
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Гасанов М.А.
<b>Социальная ответственность</b>	Авдеева И.И.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
—	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2021
--	------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова Вероника Сергеевна	К.Т.Н.		
Старший преподаватель ОЭИ	Коломейцев Андрей Анатольевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А7Б	Субботин Дмитрий Александрович		

# ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1А7Б	Субботину Дмитрию Александровичу

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОКД</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	11.03.04 Электроника и наноэлектроника

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Затраты на выполнение НИР включают в себя затраты на сырье, материалы, комплектующие изделия, специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ, основную и дополнительную заработную платы исполнителей, отчисления на социальные нужды, накладные расходы. В реализации проекта задействованы два человека: научный руководитель, инженер (студент).</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>В соответствии с нормами и нормативными расходования материалов: ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов», ГОСТ 31532-2012 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения».</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>УСН, страховые взносы – 30,2% от ФОТ.</i>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта</i>
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	<i>Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.</i>
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ</i>
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Проведение оценки экономической эффективности исследования получения полиметилметакрилата суспензионным способом</i>
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 2. <i>Матрица SWOT</i> 3. <i>График проведения НТИ</i> 4. <i>Определение бюджета НТИ</i> 5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ</i>	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	27.02.2021
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	д-р экон. наук		27.02.2021

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А7Б	Субботин Дмитрий Александрович		27.02.2021

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1А7Б	Субботину Дмитрию Александровичу

Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Тема ВКР:

<b>Робот-дезинфектор</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования - самостоятельно передвигающийся робот-дезинфектор с ультрафиолетовой лампой.</p> <p>Рабочая зона – учебная лаборатория электроники 210 в корпусе № 4 Томского политехнического университета. На рабочем месте присутствует вытяжка. Технологический процесс включает в себя следующие виды работ: работу с электронным оборудованием; работу с припоем и флюсом. Площадь отапливаемого помещения 40 м<sup>2</sup>, освещение смешанное, наличие ПК и рабочего стола оператора.</p> <p>Область применения - дезинфекция жилых, офисных и небольших производственных помещений.</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Правовое обеспечение и организационные мероприятия согласно ГОСТ 12.4.299-2015 и ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020).</p> <p>Законодательные и нормативные документы по теме:</p> <p>ГОСТ 12.2.032-78 ГОСТ 28369-89 ГОСТ 12.0.003-2015 ГОСТ 30494-2011 ГОСТ Р 22.0.02-2016 СП 484.1311500.2020 СП 485.1311500.2020 СП 486.1311500.2020 СанПиН 1.2.3685-21 СНиП 23-05-95* ТК РФ от 29.12.2020 N477 - ФЗ ГОСТ Р 55102-2012 Р 3.5.1904-04 ГОСТ 12.4.011-89 ГОСТ 12.4.125-83</p>
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<p>Выявить вредные факторы в лаборатории: недостаточная освещённость рабочей зоны, повышенный уровень шума, вибрации, микроклимат, повышенный уровень электромагнитных полей, ультрафиолетовое излучение, выделяющиеся при пайке вредные вещества.</p> <p>Рассмотреть:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Требования к технике безопасности при работе с электронным оборудованием;</li> <li>2. Влияние психофизических факторов: монотонность труда, физические и эмоциональные перегрузки, умственное перенапряжение;</li> </ol>



	<p>3. Предлагаемые средства защиты для работы в лаборатории: коллективная защита (вентиляция, заземление); индивидуальные средства защиты (очки, перчатки, спецодежда).</p> <p>Выявить опасные факторы, относящиеся к оборудованию: повышенный уровень напряжённости электростатического поля, удары электрическим током, короткое замыкание, повышенная температура поверхности оборудования и инструментов, движущиеся механизмы. Предполагаемые средства защиты: спецодежда, перчатки, очки.</p>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<p>Рассмотреть:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Необходимость применения санитарно-защитной зоны вследствие выбросов вредных веществ, отходов;</li> <li>2. Выбросы вредных веществ в атмосферу: испарение вредных веществ при пайке;</li> <li>3. Влияние на гидросферу: утилизация рабочего мусора;</li> <li>4. Влияние на литосферу: утилизация компьютерной техники, макулатуры, микросхем, люминесцентных ламп.</li> </ol>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<p>Определить перечень наиболее возможных ЧС: пожар, взрыв, разрушение зданий в результате разрядов атмосферного электричества, агрометеорологические опасные явления. Наиболее актуальная ЧС – возникновение пожара; Рассмотреть профилактические мероприятия, требования к безопасности и меры по ликвидации её последствий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.использование огнетушителя, песка, асбестового одеяла, пожарного крана и пожарного щита;</li> <li>2.обеспечение средствами индивидуальной защиты;</li> <li>3.организационная эвакуация работников.</li> </ol>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>01.03.2021</b>
---	-------------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Авдеева Ирина Ивановна	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А7Б	Субботин Дмитрий Александрович		01.03.2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Уровень образования **бакалавриат**

Отделение **электронной инженерии**

Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года)

Форма представления работы:

**бакалаврская работа**

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	18.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.03.2021	Обзор литературы по теме робот-дезинфектор	10
01.04.2021	Разработка электронной части	20
15.04.2021	Программирование	10
01.05.2021	Практическая часть	10
15.05.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
26.05.2021	Социальная ответственность	20
10.06.2021	Оформление ВКР	20

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	К.Т.Н.		

**Консультант (при наличии)**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОЭИ	Коломейцев А.А.	-		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	К.Т.Н.		

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа содержит 109 страниц, 31 рисунок, 24 таблицы, 33 источника, 5 приложений.

Ключевые слова: робот-дезинфектор, дезинфекция, ультрафиолетовое излучение, вирус, пандемия.

Объектом исследования является разработка автономного робота-дезинфектора.

Цель работы — разработка автономного робота дезинфектора, создание прототипа устройства.

В процессе исследования проводилось изучение методов дезинфекции, существующих конструкций роботов-дезинфекторов, изучение программной среды Arduino IDE 1.8.12. Разработка корпуса устройства проводилось в программе T-flex CAD 17. Схема электрическая принципиальная выполнена в САПР Altium Designer 19.1.9.

В результате исследования разработана схема электрическая принципиальная, создана 3D-модель корпуса устройства, программный код для передвижения робота.

В будущем планируется разработка дистанционного управления роботом, добавление функции создания карты перемещения, оснащение беспроводной зарядкой.

## **Определения, обозначения, сокращения**

**В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:**

«Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 477-ФЗ (ред. от 29.12.2020).

ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя.

ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015.

СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

ТИ Р М-075-2003. Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником.

СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение.

ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

Р 3.5.1904-04. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях.

ГОСТ 12.4.011–89. Средства защиты работающих.

ГОСТ 12.4.125-83. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов.

ГОСТ Р 55102-2012. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов.

ГОСТ Р 52105-2003. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов.

ГОСТ Р 55090-2012. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации отходов бумаги.

Приказ МЧС РФ от 20 июня 2003 г. N 323"Об утверждении норм пожарной безопасности «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях (НПБ 104-03)».

НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

**В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:**

Ультрафиолетовое излучение — электромагнитное излучение, занимающее спектральный диапазон между видимым и рентгеновским излучениями.

Инвертор — устройство для преобразования постоянного тока в переменный с изменением величины напряжения.

LiDAR — технология получения и обработки информации об удалённых объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления поглощения и рассеивания света в оптически прозрачных средах.

SLAM — метод, используемый в мобильных автономных средствах для построения карты в неизвестном пространстве или для обновления карты в заранее известном пространстве с одновременным контролем текущего местоположения и пройденного пути.

BMS — электронная плата, устанавливаемая на аккумуляторную батарею с целью контроля её разряда и заряда, мониторинга состояния аккумулятора и его элементов, контроля температуры, количества циклов и для защиты.

**В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:**

МК — микроконтроллер;

УФ — ультрафиолет;

ДНК — дезоксирибонуклеиновая кислота;

РНК — рибонуклеиновая кислота;

ШИМ — широтно-импульсная модуляция.

## Оглавление

Введение.....	18
1 Литературный обзор роботов-дезинфекторов .....	19
1.1 Виды роботов-дезинфекторов.....	19
1.1.1 Робот-дезинфектор с распылителем дезинфицирующих составов .....	19
1.1.2 Робот-дезинфектор с ультрафиолетовой лампой .....	20
1.2 Дезинфекция при помощи ультрафиолетового излучения.....	22
1.2.1 Общие сведения об ультрафиолетовом излучении .....	22
1.2.2 Виды ультрафиолетового излучения .....	22
1.2.3 Применения ультрафиолетового излучения для дезинфекции .....	23
1.3 Обзор существующих мобильных роботов-дезинфекторов.....	24
1.3.1 Робот-дезинфектор «Сбербанк» .....	25
1.3.2 Робот-дезинфектор UVD Robots.....	26
1.3.3 Робот-дезинфектор LightStrike .....	27
1.3.4 Робот-дезинфектор Nimbus .....	29
1.3.5 Робот-дезинфектор Neolix.....	30
1.3.6 Дрон-дезинфектор XAG P UAS.....	32
1.3.7 Сравнение конструкций роботов-дезинфекторов.....	33
1.4 Патентный поиск.....	34
2 Разработка и обоснование принципиальной и структурной схем робота-дезинфектора .....	35
2.1 Разработка и обоснование структурной схемы.....	35
2.2 Разработка принципиальной схемы .....	35
2.3 Разработка системы питания.....	37
2.3.1 Выбор и обоснование типа питания.....	37
2.3.2 Выбор аккумуляторных батарей .....	38
2.3.3 Выбор и обоснование устройства контроля заряда.....	38
2.3.4 Выбор контроллера заряда .....	39
2.3.5 Выбор и обоснование устройства индикации напряжения .....	41
2.4 Разработка системы перемещения .....	41
2.4.1 Подбор мотор-редукторов и колёс .....	41
2.4.2 Выбор и обоснование драйвера двигателя .....	43

2.4.3 Выбор и обоснование системы обнаружения препятствий .....	44
2.4.4 Выбор и обоснование отладочной платы .....	47
2.4.5 Выбор и обоснование понижающего модуля питания постоянного тока .	48
2.5 Выбор и обоснование системы дезинфекции.....	51
2.5.1 Выбор ультрафиолетовой лампы.....	51
2.5.2 Выбор и обоснование инвертора напряжения .....	52
3 Разработка корпуса и компоновки устройства .....	53
3.1 Разработка внешнего вида.....	53
3.2 Разработка корпуса устройства .....	54
3.3 Компоновка макетной платы .....	56
4 Результаты проведенной разработки .....	57
4.1 Проверка работоспособности инвертора.....	57
4.2 Изготовление корпуса устройства.....	58
4.3 Написание программного кода .....	59
4.4 Сборка прототипа устройства.....	60
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	64
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований .....	64
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	64
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений .....	65
5.1.3 Технология QuaD .....	67
5.1.4 SWOT – анализ .....	70
5.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	71
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	71
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	72
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования .....	73
5.2.4 Бюджет научно-технического исследования .....	75
5.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	83
6 Социальная ответственность .....	87
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	87
6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства .....	87

6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	88
6.2 Производственная безопасность.....	89
6.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования при сборке, исследовании и эксплуатации .....	89
6.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	91
6.3.1 Неудовлетворительный микроклимат .....	91
6.3.2 Повышенный уровень шума .....	92
6.3.3 Неудовлетворительное освещение рабочей зоны.....	92
6.3.4 Повышенная температура поверхности изделия, оборудования, инструмента и расплавов припоев .....	93
6.3.5 Поражение электрическим током.....	94
6.4.6 Электромагнитное излучение и напряженность электростатического поля. ....	95
6.4.7 Монотонность труда, физические и эмоциональные перегрузки, умственное перенапряжение .....	96
6.4.8 Выделяющиеся при пайке вредные вещества.....	96
6.4.9 Ультрафиолетовое излучение .....	97
6.4.10 Движущие механизмы .....	98
6.4.11 Вибрации.....	99
6.5 Экологическая безопасность.....	100
6.5.1 Анализ влияния процесса сборки на окружающую среду.....	100
6.5.2 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду .....	101
6.5.3 Анализ влияния процесса разработки на окружающую среду .....	102
6.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	102
6.6.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследования .....	102
Заключение .....	105
Перечень используемых источников .....	106
Приложение А Схема электрическая принципиальная ФЮРА.941712.016 ЭЗ .....	110
Приложение Б Функциональная схема движения ФЮРА.941712.016 Э2 .....	111
Приложение В Программный код .....	112



Приложение Г Временные показатели проведения научного исследования	
.....	118
Приложение Д Календарный план-график проведения НИОКР	
.....	120

## **Введение**

На сегодняшний день в связи с текущей затянувшейся пандемией коронавируса COVID-19 вопрос о дезинфекции стал очень актуальным. В ближайшие года люди всё так же будут соблюдать меры безопасности для предотвращения заражения. Всё чаще появляется информация о появлении новых штаммов коронавируса, устойчивых к антителам.

После окончания пандемии, такие атрибуты, как, например, перчатки и маски вскоре исчезнут из повседневной жизни, чуть позже уйдёт и социальная дистанция, но ежедневная дезинфекция общественных мест скопления людей останется как новый стандарт безопасности. И из-за этого всевозможные способы дезинфекции только набирают популярность. Множество стран, различных компаний и научных лабораторий по всему миру в срочном порядке начали разрабатывать всевозможные средства борьбы с распространением вируса.

Главной проблемой существующих роботов-дезинфекторов является их высокая стоимость, соответственно разработка бюджетного устройства с экономической стороны является довольно эффективной.

В ходе разработки робота-дезинфектора необходимо произвести анализ современных устройств, создать принципиальную схему, адаптированную под доступную компонентную базу, спроектировать корпус устройства и написать программный код для движения робота. После этого необходимо приобрести необходимые компоненты и приступить к сборке прототипа. В результате работы планируется получение готового прототипа робота-дезинфектора.

## **1 Литературный обзор роботов-дезинфекторов**

### **1.1 Виды роботов-дезинфекторов**

На сегодняшний день современные роботы освоили следующие методы дезинфекции [1]:

- а) обработка бактерицидными или УФ-лампами;
- б) распыление дезинфицирующих составов.

Роботизация дезинфекции — это замена ручной обработки, которую должен проводить персонал. Автономные роботы справляются с задачей быстрее и, что важнее всего, — проводят обработку тщательно. Основные преимущества роботов:

- а) автономная работа без участия человека;
- б) уровень дезинфекции — не менее 95 %;
- в) поражают патогены с одноцепочной и двухцепочной РНК и ДНК;
- г) работают быстро — за час робот обработает 400 квадратных метров;
- д) ёмкие аккумуляторы — до 8 часов без подзарядки;
- е) интуитивное управление — дисплей, голос, кнопки.

#### **1.1.1 Робот-дезинфектор с распылителем дезинфицирующих составов**

Данный вид роботов использует перекись водорода, гипохлорит натрия или перуксусная кислоту для обработки и дезинфекции помещений, а также является универсальным и удобным в повседневной жизни, так как обладает следующими достоинствами [2]:

- а) при работе в присутствии человека не наносит значительного вреда его здоровью;
- б) обладает компактными размерами;
- в) раствор с лёгкостью достигает все труднодоступные места в помещении.

На рисунке 1.1 показан пример робота-дезинфектора с распылителем специальных растворов.



Рисунок 1.1 — Робот-дезинфектор с системой распыления [2]

Однако данный вид роботов-дезинфекторов имеет и свои недостатки:

- а) раствора хватает на (3-4) часа непрерывной дезинфекции, соответственно требуется вмешательство человека для пополнения резервуара;
- б) растворы, в сравнении с УФ, уничтожают лишь 95 % бактерий;
- в) при химической обработке есть некоторая вероятность, что отдельные виды вирусов и микроорганизмов в последствии могут видоизмениться, и выработать резистивность к тем или иным растворам или их концентрации.

### **1.1.2 Робот-дезинфектор с ультрафиолетовой лампой**

Роботы-дезинфекторы, использующие УФ-лампу являются самыми распространёнными, так как использование ультрафиолетовых и бактерицидных ламп позволяет добиться практически полную дезинфекцию помещения, однако применение этих ламп имеет и свои недостатки [3].

Робот-дезинфектор с УФ-лампой представлен на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 — Робот-дезинфектор с УФ лампами компании UVD Robots [3]

Для начала рассмотрим преимущества использования роботов-дезинфекторов с УФ и бактерицидными лампами:

- а) эффективность инаktivации вирусов: 99,9999 %;
- б) полностью автономная работа без вмешательства человека;
- в) практически полное отсутствие затрат, т.к. нет необходимости заправлять робота реагентами, т.к. дезинфекция осуществляется дальним ультрафиолетовым светом.

Рассмотрим их основные недостатки:

- а) свет ультрафиолетовых и бактерицидных ламп может нанести вред коже и глазам человека;
- б) данный тип устройств является самым дорогостоящим на рынке.

Сопоставив все преимущества и недостатки, приходим к выводу, что оптимальной конструкцией является робот-дезинфектор с УФ или бактерицидной лампой, так как данный способ дезинфекции помещений обеспечивает почти 100 % инаktivацию всевозможных вирусов, что очень актуально на фоне появления новых штаммов коронавируса.

## **1.2 Дезинфекция при помощи ультрафиолетового излучения**

### **1.2.1 Общие сведения об ультрафиолетовом излучении**

Излучение ультрафиолета было открыто более двух веков назад. Сегодня оно активно применяется в самых разных сферах, в том числе в профилактических целях в медицине, а также для лечения многих вирусных инфекций и для дезинфекции медицинских и домашних помещений.

### **1.2.2 Виды ультрафиолетового излучения**

Независимо от длины волны, УФ-лучи являются опасными для человека. Рассмотрим виды ультрафиолетового излучения [4]:

а) УФА – это то излучение, которое принято называть мягким ультрафиолетом. УФА-лучи не способны пройти вглубь тканей и не являются опасными для человеческого организма. Между тем продолжительное нахождение под таким излучением может спровоцировать серьёзные кожные ожоги, повреждения роговицы глаза.

б) УФВ – эти волны обладают меньшими дезинфицирующими способностями, но они более вредны, так как глубже проникают и поражают ткани. Большая доза разрушительно влияет на ДНК и провоцирует радиационные ожоги кожных покровов 1 и 2 степени, проявляющиеся волдырями и покраснениями, аналогичными тем, которые бывают после продолжительного пребывания на солнце. Для роговицы глаз даже незначительное пребывание под УФВ-лучами вредно и может вызвать значительный ожог не только роговицы, но и хрусталика.

в) УФС – короткие волны, которые принято называть жёсткими. Они обладают мощными ионизирующими способностями, без труда проходят в сетчатку глаза и могут спровоцировать слепоту, которая является необратимой. Под действием УФС-излучения эпидермис получает глубокие повреждения,

имеющие опасные последствия. Поскольку жёсткие ультрафиолетовые лучи способны к ионизации, они могут вызвать онкологические заболевания.

г) УФС-лучи – способны не только жёстко дезинфицировать, при этом воздействуя разрушительно на ДНК, но и способствовать ионизации кислорода, присутствующего в окружающем воздухе. Озон, или трёхатомный кислород, который производится в процессе, является мощнейшим окислителем. Он относится к первой группе опасности и может привести к летальному исходу.

### 1.2.3 Применения ультрафиолетового излучения для дезинфекции

Поскольку УФ-лучи губительны для живых организмов, логично, что их используют против всевозможных бактерий и вирусов.

Максимальная эффективность и обеззараживание достигается у ультрафиолетовых лучей с длиной волны (253,7-257,5) нм.

Ультрафиолетовые лучи С типа действуют разрушающе на ДНК вирусов и бактерий, они продуцируют озон, который в 3 тысячи раз превосходит хлор по своим дезинфицирующим способностям. То есть те микроорганизмы, которые не попадут непосредственно под воздействие самих лучей, погибнут от озона.

Ультрафиолетовые лампы, относящиеся к разновидности В, являются менее мощными. С ними можно проводить дезинфекцию, но продолжительность процедуры будет больше.

Лампы же с УФА-лучами наименее эффективны. Поэтому их не применяют для дезинфекции (рисунок 1.3).

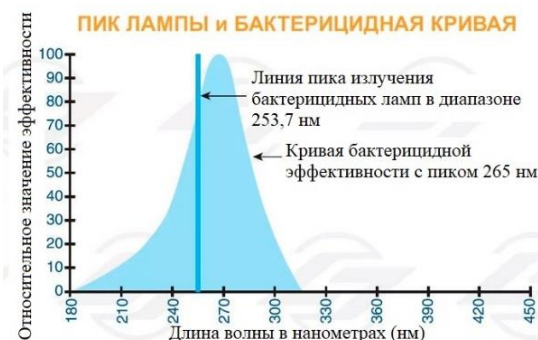


Рисунок 1.3 — График зависимости эффективности УФ излучения для дезинфекции от длины волны [4]

Рассмотрим, как происходит уничтожение вируса под УФ излучением (рисунок 1.4).

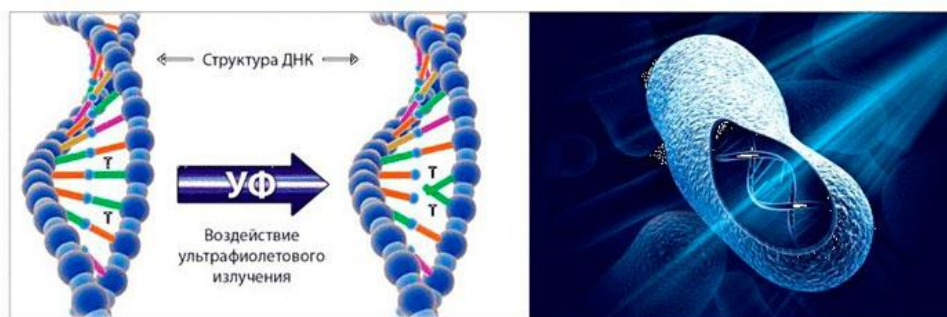


Рисунок 1.4 — Воздействие УФ излучения на ДНК вируса [4]

Дело в том, что у вируса отсутствует защитная клеточная стенка или мембрана. Поэтому короткие волны УФ спокойно проникают в его нутро и воздействуют непосредственно на ДНК и РНК, разрушая их. А ведь именно удвоение молекулы нуклеиновой кислоты отвечает за размножение микроорганизма [5].

Даже если УФ лучи не убьют инфекцию (из-за малой интенсивности или длительности облучения), они все равно останавливают ее размножение. А если вирус не может размножаться, то он уже не представляет такой опасности для других здоровых клеток.

Главным преимуществом дезинфекции при помощи УФ лампы над дезинфекцией различными растворами является невозможность приспособления вируса к УФ излучению, то есть как бы вирус не видоизменялся, непосредственное воздействие жёсткого ультрафиолета на его нуклеиновые кислоты в конечном итоге заставят его прекратить существование.

### 1.3 Обзор существующих мобильных роботов-дезинфекторов

На мировом рынке существует несколько десятков видов роботов-дезинфекторов. Это достаточно габаритные и дорогие устройства. Так же существуют и отечественные разработки, например робот-дезинфектор компании «Сбербанк». Одними из лучших в мире на сегодняшний день



считаются следующие разработки зарубежных компаний: XAG, UVD Robots, XDS, Neolix, Nevoa. Эти разработки стоит рассмотреть поподробнее.

### 1.3.1 Робот-дезинфектор «Сбербанк»

О разработке первого робота-дезинфектора в России стало известно в апреле 2020 года, ей занималась компания «Сбербанк», а спустя несколько недель был представлен первый рабочий прототип робота (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 — Робот-дезинфектор Сбербанка, прототип [6]

Изначально был использован разработанный ранее Лабораторией Сбербанка робот-курьер, на крыше которого расположили несколько УФ ламп мощность 110 Вт, предназначенных для дезинфекции помещений. Робот умеет проводить плановую и экстренную дезинфекцию ультрафиолетом, уничтожая 99,9 % всех основных патогенов, включая коронавирус, — как в воздухе, так и на различных поверхностях. Основное предназначение этого робота - дезинфекция помещений в медицинских учреждениях.

Использование данного робота кардинально снижает риски распространения инфекции и помогает сократить срок подготовки помещения к приему следующего пациента в медицинских учреждениях [6].

### 1.3.2 Робот-дезинфектор UVD Robots

Самым первым на мировом рынке появится стартап из Дании под названием UVD Robots, который занимается производством роботов-дезинфекторов UV-С, предназначенных для различных больничных помещений. Дезинфекция происходит при помощи излучения ультрафиолетового света, который и воздействует на вирус. На рисунке 1.6 можно наблюдать робот-дезинфектор UVD Robots.



Рисунок 1.6 — Робот-дезинфектор компании UVD Robots [7]

При помощи технологии LiDAR данное устройство производит сканирование территории с последующим созданием карты движения. С помощью локализации и сопоставления SLAM робот производит навигацию и, благодаря этому он может работать полностью автономно. Так как данная разработка оборудована датчиками обнаружения движения, то при присутствии в помещении людей, робот-дезинфектор автоматически отключает ультрафиолетовые лампы, для того чтобы не нанести вреда здоровью человека [7].

Рассмотрим основные преимущества данной модели:

- а) полная автономность, вмешательство человека не требуется;
- б) устройство обладает приложением на телефон, для удобного дистанционного управления роботом;

- в) прочная конструкция, устойчивая к повреждениям и ударам;
  - г) высокая ёмкость аккумулятора, которая позволяет работать устройству в течении значительного времени;
  - д) высокая эффективность и скорость дезинфекции помещений.
- К недостаткам данного устройства можно отнести:
- а) большие массогабаритные характеристики, что затрудняет перенос устройства;
  - б) из-за высокой ёмкости аккумулятора вытекает долгое время его зарядки;
  - в) цена устройства.

Данный робот-дезинфектор UVD Robots можно считать идеальным для проведения дезинфекции, ведь его преимущество значительно важнее его недостатков. Однако распространение данных моделей находится под строгим контролем Еврокомиссии, к примеру в ноябре 2020 года было продано только 50 экземпляров.

### **1.3.3 Робот-дезинфектор LightStrike**

Аналогом импульсному бактерицидному ультрафиолету является ксеноновый УФ (PXUV), который излучается высокоинтенсивными и короткими импульсами, которым необходимо меньше времени для уничтожения вируса. PXUV излучение благодаря своей интенсивности и широкому спектру потенциально обладает большей эффективностью, чем обычный ультрафиолет. Первым на рынок с данной разработкой вышла компания из США Xenex Disinfection Services, которая представила свою разработку робот LightStrike, проводящий дезинфекцию при помощи импульсного ксенонового излучения.

На рисунке 1.7 можно наблюдать данную модель в действии.



Рисунок 1.7 — Робот-дезинфектор LightStrike [8]

Данная дезинфицирующая разработка импульсного ксенона Full Spectrum UV для дезинфекции в помещениях, запатентованная Xenex позволяет уничтожать всевозможные вредоносные вирусы и микроорганизмы. Кроме того, данная технология производит устранение различных бактерий, устойчивых к другим лекарственным препаратам и растворам намного быстрее, чем обычное ультрафиолетовое излучение [8].

К положительным качествам данной модели можно отнести:

а) использование новой системы импульсного ксенона для борьбы с вирусами

б) крепкая конструкция, устойчивая к повреждениям и ударам;

в) очень высокая скорость и эффективность проведения дезинфекции.

Не обошлось и без недостатков:

а) у устройства отсутствует аккумулятор, что делает возможным питание только от сети, соответственно ограниченная площадь действия;

б) данная технология импульсного ксенона подразумевает высокие энергозатраты;

в) отсутствие приложения для мобильных устройств, управление роботом-дезинфектором происходит только при помощи кнопок на корпусе робота;

г) большие массогабаритные характеристики.

Использование данной модели подразумевает вмешательство человека для эффективной дезинфекции, что делает его опасным для человека, так как контакт с устройством, такой как перемещение в другое помещение, а также подключение к сети может привести к заражению людей, производящих обслуживание робота.

#### **1.3.4 Робот-дезинфектор Nimbus**

Как было сказано ранее, кроме дезинфекции при помощи ультрафиолетового излучения существует другой способ борьбы с вирусами, например при помощи специальных химических растворов. Эти средства борются с вредоносными микроорганизмами, уничтожая их структуру, что повреждает их метаболизм. Существует несколько разновидностей таких растворов, их выбор зависит от того, что именно требуется. Некоторые растворы обладают широким спектром действия, то есть борются с всевозможными типами вирусов, а другие уничтожают лишь определённые типы бактерий.

Одна из самых популярных моделей роботов-дезинфекторов, использующих специальные дезинфицирующие растворы, производится компанией Nevoa из Шотландии. Данная модель показала себя с хорошей стороны в борьбе с COVID-19. Робот-дезинфектор под названием Nimbus оснащён раствором хлорноватистой кислоты для борьбы с вирусами в больничных помещениях. Он производит дезинфекцию поверхностей и помещений.

Модель робота-дезинфектора Nimbus продемонстрирована на рисунке 1.8.



Рисунок 1.8 — Робот-дезинфектор Nimbus [9]

Данная модель робота распыляет дезинфицирующий раствор, а затем полностью удаляет облако распылённого вещества после окончания дезинфекции [9].

Можно выделить следующие преимущества данной модели:

- а) малые габариты устройства по сравнению с аналогами;
- б) дезинфекция помещений происходит с высокой скоростью;
- в) устройство устойчиво к ударам и повреждениям;
- г) наличие простого приложения для управления роботом.

Nimbus обладает следующими недостатками:

- а) у устройства отсутствует аккумулятор, что делает возможным её питание только от сети, соответственно ограниченная площадь действия;
- б) данное устройство очень энергозатратное.

Разработка компании Nevoa, как и модель LightStrike не способно функционировать без вмешательства человека, что может привести к заражению людей при переносе и подключении данного устройства к сети, так как не исключает контакт человека с заражёнными поверхностями и помещениями.

### **1.3.5 Робот-дезинфектор Neolix**

Во время начала пандемии с хорошей стороны показали себя транспортные средства, управляемые без вмешательства человека. С их

помощью можно доставлять питание и другие необходимые вещи по всему городу, а также безопасно производить дезинфекцию улиц.

Китайский стартап Neolix модернизировал фургоны в автономных роботов-дезинфекторов, которые самостоятельно передвигаются по улицам города и производят распыление специальных растворов, что помогает бороться с распространением вируса. Данная модель использует множество всевозможных датчиков и карт для безопасного передвижения. Благодаря ёмкому аккумулятору, робот-дезинфектор может преодолевать расстояния более 150 км и производить дезинфекцию целых населённых пунктов [10].

На рисунке 1.9 представлен робот Neolix, производящий дезинфекцию улиц.



Рисунок 1.9 — Робот-дезинфектор Neolix [11]

Можно выделить следующие плюсы данной модели [11]:

- а) быстрое перемещение;  
высокая скорость и эффективность распыления специальных дезинфицирующих растворов;
- б) удобное и безопасное управление;
- в) конструкция устойчива к ударам и повреждениям;
- г) большие габариты позволяют загружать солидные запасы дезинфицирующего вещества;
- д) не требует никакого вмешательства человека;



е) было создано мобильное приложения для задания маршрута данного робота.

Можно выделить следующие недостатки данной модели робота-дезинфектора:

а) запас дезинфицирующего вещества подразумевает большие массогабаритные характеристики;

б) энергозатратность.

Данное устройство подходит только для дезинфекции улиц и других открытых пространств, что делает невозможным его использования в большинстве помещений.

### **1.3.6 Дрон-дезинфектор XAG P UAS**

Эксклюзивным роботом дезинфектором является разработка китайской компании XAG. Данная модель (UAS) представляет собой дрон, оснащённый системой распыления и специальным раствором. Дроны уже давно используются для распыления растворов в сельскохозяйственной промышленности, поэтому они отлично подходят для дезинфекции улиц города. Эта модель производит дезинфекцию значительно быстрее других устройств, так как способно преодолевать огромное расстояние за короткое время.

На рисунке 1.10 изображена модель робота-дезинфектора XAG P UAS, проводящая обработку парковой зоны города.



Рисунок 1.10 — Модель дрона-дезинфектора XAG P UAS [12]



Данная модель используется для снижения возможности распространения вируса воздушно-капельным путём и улучшения эпидемиологической обстановки.

Можно выделить следующие преимущества данной оригинальной модели робота-дезинфектора [12]:

- а) сверхвысокая скорость дезинфекции по сравнению с аналогами;
- б) компактные размеры;
- в) маневренность;
- г) защиту по стандарту IP67;
- д) малая ёмкость аккумулятора обеспечивает быструю зарядку;
- е) не требует вмешательства человека в процесс дезинфекции;
- ж) было создано приложение для управления данной моделью.

Недостатки данного устройства можно выделить следующие:

- а) невозможность расположить аккумулятор большей ёмкости из-за малых размеров, что существенно ограничивает время автономной работы;
- б) энергозатратность.

Данное устройство можно считать успешным для проведения дезинфекции улиц, однако нет возможности использовать его в ряде закрытых помещений.

### 1.3.7 Сравнение конструкций роботов-дезинфекторов

В таблице 1.1 представлены основные характеристики рассмотренных ранее различных конструкций роботов-дезинфекторов.

Таблица 1.1 — Сравнение существующих роботов-дезинфекторов

Название	UVD Robots	Neolix	Nimbus	LightStrike	XAG P UAS
Цена, \$	120000	30000	-	-	19200

Продолжение таблицы 1.1

Время автономной работы робота	До 8 часов	До 3 часов	Питание от сети, нужен человек	Питание от сети, нужен человек	30 мин
Время работы дезинфицирующего устройства	2,5 часа	1,5 часа	Неограниченно	Неограниченно	25 мин
Способ дезинфекции	УФ излучение	Распыление	Распыление	Импульсное ксеноновое УФ облучение	Распыление
Вес, кг	140	850	60	120	15

Как видно из таблицы, все рассмотренные роботы очень дороги и обладают большими массогабаритными характеристиками.

Каждый из рассмотренных роботов-дезинфекторов имеет свои преимущества и недостатки, и все они подходят для различных условий и разных типов автономности.

#### 1.4 Патентный поиск

Проблема с COVID-19 только набирает обороты, поэтому разработка всевозможных устройств для дезинфекции ещё находится в процессе, из-за этого патентов найдено не было.

## **5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

В данном разделе необходимо произвести исследование о соответствии требованиям разработки и сборки робота-дезинфектора.

Цель исследования – определение потребности в интеллектуальных и материальных ресурсах, необходимых для проведения комплекса этих работ.

В текущем разделе необходимо определить продолжительность работ, необходимо произвести расчет трудовых затрат проекта. Также необходимо эффективно организовать производство для уменьшения экономических затрат. Для эффективной организации производства необходимо экономически обосновать все инженерные решения.

### **5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований**

#### **5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Тема научно-исследовательской работы – разработка и сборка робота-дезинфектора. Данное устройство предназначено для дезинфекции офисных и жилых помещений. Робот-дезинфектор универсален и может быть использован как для индивидуального использования, которое обуславливается дезинфекцией жилых квартир и домов, так и для промышленного применения, в частности, дезинфекция производственных и складных помещений.

Данное устройство должно пройти этапы проектирования, сборки прототипа и настройки и тестирования. После чего необходимо подготовить всю техническую документацию на данное устройство.

Результаты построения карты сегментирования рынка представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Сегментация рынка

		Область применения		
		Постоянная дезинфекция	Периодическая дезинфекция	Дезинфекция отдельных помещений
Необходимость	Общественная	Низкий уровень конкуренции	Средний уровень конкуренции	Высокий уровень конкуренции
	Промышленная	Высокий уровень конкуренции	Средний уровень конкуренции	Низкий уровень конкуренции

Применять данную разработку на промышленных предприятиях затруднительно, так как большинство промышленных предприятий оснащены статичными ультрафиолетовыми лампами для дезинфекции, в таком случае необходимо внедрять в робот-дезинфектор больше полезных функций для более эффективной дезинфекции помещений.

В таком случае можно сделать вывод, что наиболее выгодно применить результаты научного исследования для общественных зданий, таких как, жилые дома, производственные и бытовые помещения.

### 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в таблице 5.2.

В качестве конкурирующих разработок были выбраны: отечественный робот-дезинфектор компании «Сбербанк», обозначенный в карте как  $B_{K1}$ , а также робот-дезинфектор компании UVD Robots, обозначенный в карте как  $B_{K2}$ . Данные устройства находятся в одинаковом ценовом диапазоне, а также на данный момент являются одними из лучших представителей автоматов защиты на рынке.

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Факторные признаки (Pj)	Вес критерия,	Баллы			Конкурентоспособность		
		$B_{\phi}$	$B_{K1}$	$B_{K2}$	$K_{\phi}$	$K_{K1}$	$K_{K2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки							
Безопасность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Надежность	0,06	4	5	5	0,24	0,3	0,3
Эффективность дезинфекции	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
Время работы	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
Простота эксплуатации	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Применение в жилых помещениях	0,15	5	3	3	0,75	0,45	0,45
Экономические критерии оценки							
Цена	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Возможность модернизации продукта после выхода	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4

Продолжение таблицы 5.2

Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	5	3	3	0,35	0,21	0,21
Конкурентоспособность продукта	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Уровень проникновения на рынок	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
Итого	1	51	44	42	4,72	3,94	3,74

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (10)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Таким образом, конкурентоспособность разработки составила 4,72, в то время как конкурентоспособность аналогов получилась 3,74 и 3,94 соответственно. Результаты анализа конкурентных технических решений показывают, что данная научно-исследовательская разработка является довольно конкурентоспособной и имеет преимущества по таким показателям, как предполагаемый срок эксплуатации и цена.

### 5.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (Quality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский

проект. В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

а) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность;
- правовая защищенность.

б) Показатели оценки качества разработки:

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки.

С помощью анализа конкурентных технических решений можно выявить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Проведем данный анализ с помощью оценочной карты, представленной в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					

Продолжение таблицы 5.3

1. Время работы	0,05	75	100	0,75	3,75
2. Надежность	0,15	90	100	0,9	13,5
3. Безопасность	0,1	85	100	0,85	8,5
4. Уровень шума	0,05	80	100	0,8	4
5. Простота эксплуатации	0,1	75	100	0,75	7,5
6. Ремонтопригодность	0,1	80	100	0,8	8
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
7. Конкурентоспособность продукта	0,1	80	100	0,8	8
8. Уровень проникновения на рынок	0,1	65	100	0,65	6,5
9. Цена	0,15	90	100	0,9	13,5
10. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	90	100	0,9	9
Итого	1				82,25

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$\Pi_{\text{ср}} = \sum B_i \cdot \text{Б}_i, \quad (11)$$

где  $\Pi_{\text{ср}}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$\text{Б}_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Показатель  $\Pi_{\text{ср}} = 82,25$  говорит о том, что разработка считается перспективной и следует развивать ее.



### 5.1.4 SWOT – анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов. Первый этап помогает выявить сильные и слабые стороны проекта, также возможности и угрозы.

Таблица 5.4 – SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны:</b></p> <p>С1. Эффективная дезинфекция;</p> <p>С2. Эргономика. Устройство компактное;</p> <p>С3. Низкая стоимость;</p> <p>С4. Высокая надежность.</p>	<p><b>Слабые стороны:</b></p> <p>Сл1. Невозможность установки мощных УФ ламп;</p> <p>Сл2. Возможно нанесения вреда человеческому здоровью.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Небольшая конкуренция внутри страны;</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт;</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>Небольшая конкуренция внутри страны позволит ускорить выход на рынок и занять большую долю отечественного рынка.</p> <p>Появление дополнительного спроса на продукт возможно благодаря использованию доступных технических средств разработки.</p>	<p>Привлечение новых потребителей и заказчиков позволит ускорить выход на рынок.</p> <p>Повышение квалификации персонала позволит увеличить темп работы над проектом.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на устройство;</p> <p>У2. Повышение стоимости компонентной базы;</p> <p>У3. Несвоевременное финансирование проекта.</p>	<p>Снизить конкуренцию за счет простоты и удобства использования продукции.</p>	<p>Отсутствие спроса на новые технологии может замедлить срок выхода на рынок и понизить квалификацию персонала.</p> <p>Нехватка финансирования может отодвинуть срок выхода на рынок.</p>

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны				Слабые стороны	
		С1	С2	С3	С4	Сл1	Сл2
Возможности проекта	В1	+	-	-	+	+	-
	В2	-	+	+	+	+	-
	В3	+	-	-	+	0	-
Угрозы проекта	У1	+	-	-	+	0	+
	У2	+	-	-	-	+	+
	У3	-	-	-	+	0	+

Таким образом, сильные стороны проекта позволяют ускорить выход на отечественный рынок, а также, благодаря функциональным особенностям, увеличить спрос на данный продукт. Однако, разрабатываемое устройство уязвимо перед повышением стоимости компонентной базы и низким уровнем финансирования.

## 5.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

При создании нового продукта предприятию необходимо правильно планировать сроки выполнения отдельных этапов работ, учитывать расходы на материалы, зарплату. А также оценивать наиболее правильный вариант изготовления рабочего продукта. В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому исполнителю. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлен в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы проекта	Студент, Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Постановка целей и задач, определение тех. задания	Студент, Научный руководитель
	3	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Студент
	4	Подбор литературы по теме работы	Студент, Научный руководитель
Проектирование и разработка устройства	5	Изучение материалов и анализ существующих разработок	Студент, Научный руководитель
	6	Разработка принципиальной и структурной схем	Студент
	7	Разработка 3D-модели устройства	Студент, Научный руководитель
	8	Подбор компонентов	Студент
	9	Написание программного кода устройства	Студент
	10	Изготовление корпуса устройства	Студент
	11	Монтаж компонентов	Студент, Научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	12	Анализ полученных результатов	Студент, Научный руководитель
	13	Оценка эффективности полученных результатов	Студент, Научный руководитель
Оформление отчета	14	Составление пояснительной записки	Студент

### 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Одним из важных этапов в научном исследовании является определение

трудоемкости работ каждого участника, т.к. трудовые затраты образуют основную часть стоимости разработки. Трудоемкость выполнения работ оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{\text{ож } i} = \frac{3 \cdot t_{\text{min } i} + 2 \cdot t_{\text{max } i}}{5}, \quad (12)$$

где  $t_{\text{ож } i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\text{min } i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{max } i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож } i}}{C_i}, \quad (13)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож } i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$C_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

### 5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным отображением графика проведения научного исследования является построение ленточного графика в форме

диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Необходимо длительность каждого из этапов работ из рабочих дней перевести в календарные дни при помощи следующей формулы:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (14)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (15)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Согласно данным производственного и налогового календаря на 2021 год, количество календарных дней составляет 365 дней, количество рабочих дней составляет 247 дней, количество выходных и праздничных – 118 дней.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48. \quad (16)$$

Все полученные значения приведены в таблице Г (Приложение Г). По результатам таблицы Г построен календарный план-график, представленный в таблице Д (Приложение Д).

График построен для максимального по длительности исполнения работы в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. Работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

## 5.2.4 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ необходимо обеспечить полное и верное отражение различных видов расходов, связанных с его выполнением.

### 5.2.4.1 Расчет материальных затрат исследования

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (17)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, принимается в пределах (15-25) % от стоимости материалов.

Значения цен на материальные ресурсы были установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками). Материальные затраты представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Материальные затраты

Наименование	Кол-во		Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, ( $Z_m$ ), руб.	
	Исп.1	Исп.2		Исп.1	Исп.2
Микроконтроллер Arduino	1	1	390	390	390
Мотор-редуктор	2	2	100	200	200

Продолжение таблицы 5.7

Колесо	2	2	100	200	200
Li-ion батарея	3	3	300	900	900
Контроллер заряда	1	1	180	180	180
ИК датчик	5	5	80	400	400
DC-DC преобразователь	1	1	420	420	420
Драйвер двигателя	1	1	400	400	400
Тактовая кнопка	2	2	10	20	20
Пластик	0	2	550	0	1100
Оргстекло	2	0	590	1180	0
Бактерицидная лампа	1	1	900	900	900
Макетная плата	1	1	450	450	450
Итого				5640	5560

Под Исп.1 и Исп.2 подразумеваются различные технические решения. Такие как, например, изготовления корпуса из оргстекла или печать на 3D принтере. Все эти отличия не влияют на коммерческий потенциал или качество разработки.

#### **5.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ**

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации представлены в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Амортизационные отчисления за время использования оборудования, руб.
3D принтер	1	5300	417
Компьютер	1	70000	5250
Итого	2	10616,25	

Так как компьютер, используемый при выполнении работы, был в наличии, то он учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

#### 5.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату по формуле ниже:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (18)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата ((12-20) % от  $Z_{\text{осн}}$ ).

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя (ассистента) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} + T_{\text{р}}, \quad (19)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$  – продолжительность работ, выполняемых научнотехническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.



Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (20)$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года.

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научнотехнического персонала, раб. дн.

Таблица 5.9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	92	92
- праздничные дни	26	26
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыход по болезни	5	5
Действительный годовой фонд	195	195

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{ТС}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (21)$$

где  $Z_{\text{ТС}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент равный 0,3 (т.е. 30 % от  $Z_{\text{ТС}}$ );

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Разряд	$Z_{ТС}$ , руб	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_M$ , руб	$Z_{дн}$ , руб	$T_p$ , раб.дн	$Z_{осн}$ , руб
Руководитель	к.т.н.	15000	0,3	0,2	1,3	31200	1664	48	79872
Студент	-	15000	0,3	0,2	1,3	31200	1664	176	292864
Исп.1 Итого $Z_{осн}$									372736
Руководитель	к.т.н.	15000	0,3	0,2	1,3	31200	1664	44	73216
Студент	-	15000	0,3	0,2	1,3	31200	1664	158	262912
Исп.2 Итого $Z_{осн}$									336128

#### 5.2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (22)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таблица 5.11 – Расчет дополнительной заработной платы

Исп.	Исполнитель	Основная заработная плата, руб	$k_{\text{доп}}$	Дополнительная заработная плата, руб
1	Руководитель	79872	0,12	9584,64
	Студент	292864	0,12	35143,68
	Итого $З_{\text{доп}}$	44728,32		
2	Руководитель	73216	0,12	8785,92
	Студент	262912	0,12	31549,44
	Итого $З_{\text{доп}}$	40335,36		

#### 5.2.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

В данном разделе рассчитаны отчисления во внебюджетные фонды. Согласно законодательству РФ они являются обязательными, а именно отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС).

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (23)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 5.12.

Таблица 5.12 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.		Дополнительная заработная плата, руб.	
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
Научный руководитель	79872	73216	9584,64	8785,92

Продолжение таблицы 5.12

Студент	292864	262912	35143,68	31549,44
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3			
Итого	Исп. 1		Исп. 2	
	125239,3		112939	

#### 5.2.4.6 Расчет затрат на научные и производственные командировки

Научные и производственные командировки не планируются проводиться на данном этапе работ.

#### 5.2.4.7 Контрагентные расходы

Контрагентные расходы, связанные с выполнением каких-либо работ в рамках исследования сторонними организациями, не потребуются.

#### 5.2.4.8 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовый и телеграфный расходы и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (\text{сумма статей}), \quad (24)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

При величине коэффициента накладных расходов в размере 16 %, накладные расходы составят:

$$Z_{\text{накл}} = (6342 + 25000 + 140224,6 + 16826,9 + 42560,9) \cdot 0,16 = 36953, \text{ руб.} \quad (25)$$

#### 5.2.4.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 5.13.

Таблица 5.13 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб		Примечание
	Исп. 1	Исп. 2	
1. Материальные затраты НТИ	5640	5560	Пункт 4.2.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	10616,25	10616,25	Пункт 4.2.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	372736	336128	Пункт 4.2.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	44728,32	40335,36	Пункт 4.2.4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	125239,3	112939	Пункт 4.2.4.5
6. Накладные расходы	36953	36953	Пункт 4.2.4.8
7. Бюджет затрат НТИ	595912,87	542531,61	Сумма ст.1-6

Как говорилось выше, Под Исп.1 и Исп.2 подразумеваются различные варианты технических решений. В первом исполнении предусмотрено изготовление корпуса из оргстекла, а во втором распечатка корпуса на 3D принтере. Все эти отличия не влияют на коммерческий потенциал или качество разработки.

### 5.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат двух (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп. } i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (26)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп. } i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{\text{pi}}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Максимальная стоимость исполнения составляет 595912,87 руб., следовательно, интегральный финансовый показатель разработки для первого и второго исполнения составляет:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп. } 1} = \frac{595912,87}{595912,87} = 1, \quad (27)$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп. } 2} = \frac{542531,61}{595912,87} = 0,91. \quad (28)$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля). Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (29)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 5.14.

Таблица 5.14 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2
1. Ударопрочность	0,3	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,1	5	5
3. Помехозащищённость	0,15	4	4
4. Энергоэффективность	0,2	5	4
5. Надежность	0,25	5	4
Итого	1	24	21

Таким образом, показатель ресурсоэффективности равен:

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 = 4,6, \quad (30)$$

$$I_{p-исп2} = 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 = 4,1. \quad (31)$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп.1}}{I_{финр}} = \frac{4,6}{1} = 4,6, \quad (32)$$

$$I_{\text{исп.2}} = \frac{I_{\text{р-исп.2}}}{I_{\text{финр}}} = \frac{4,1}{0,91} = 4,5. \quad (33)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\Theta_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}}. \quad (34)$$

Тогда для 1 и 2 исполнений сравнительная эффективность равна:

$$\Theta_{\text{ср 1}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}} = \frac{4,6}{4,5} = 1,02, \quad (35)$$

$$\Theta_{\text{ср 1}} = \frac{I_{\text{исп.2}}}{I_{\text{исп.1}}} = \frac{4,5}{4,6} = 0,97. \quad (36)$$

Сравнение эффективности разработок представлено в таблице 5.15.

Таблица 5.15 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,91
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	4,5
3	Интегральный показатель эффективности	4,6	4,1012
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,02	0,97

В ходе работы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен сравнительный анализ двух вариантов исполнения научно-исследовательской работы. Бюджет



первого исполнения составил 595912,87 руб., а второго – 542531,61 руб. Исходя из сравнительной оценки эффективности и полученных результатов, можно сделать вывод, что наиболее оптимальным вариантом исполнения научно-исследовательской работы является 1 вариант, в котором корпус робота-дезинфектора изготавливается из оргстекла.

## **6 Социальная ответственность**

Научно-исследовательская работа направлена на разработку робота-дезинфектора, использующего ультрафиолетовую лампу. Данный робот предназначен для дезинфекции офисных и жилых помещений.

На сегодняшний день проблема с дезинфекцией помещений является очень актуальной, поэтому роботы-дезинфекторы пользуются спросом на рынке.

Разработка такого робота включает в себя проектировку и сборку корпуса, компоновку электронных компонентов, а также конструкторскую работу по сборке робота-дезинфектора.

В данном разделе рассматриваются вопросы техники безопасности, охраны окружающей среды и пожарной профилактики. Также в нем представлен комплекс мер организационного, правового, технического и режимного характера, которые минимизируют негативные последствия разработки и изготовления робота-дезинфектора.

### **6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

#### **6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства**

Согласно ТК РФ от 29.12.2002 N477 - ФЗ работник имеет право на:

- а) рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- б) обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- в) отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за

исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

г) обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

д) внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра.

### **6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Рабочее место в лаборатории 210 корпуса ТПУ № 4 соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

Оно занимает площадь не менее 4,5 м<sup>2</sup>, высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м<sup>3</sup> на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, составляет 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом имеется пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол также имеет подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея составляет 40 - 80 см. Так же рабочий стол устойчив, имеет однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул имеет дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

Рабочее место сотрудника соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032- 78.

## 6.2 Производственная безопасность

В данном подразделе анализируются потенциальные вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проведении исследований в лаборатории, при разработке или эксплуатации проектируемого устройства. Для идентификации потенциально опасных и вредных факторов использован ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Разрабатываемое устройство подразумевает использование ПК и паяльной станции, с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проектировании, разработке программной части устройства и изготовлении макета, а также требования по организации рабочего места.

### 6.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования при сборке, исследовании и эксплуатации

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы:

Таблица 6.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке программного модуля

Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ				Нормативные документы
	Эксплуатация	Тестирование	Изготовление	Разработка	

Продолжение таблицы 6.1

Неудовлетворительный микроклимат	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 СН 2.2.4/2.1.8.562- 96 ГОСТ 12.4.011-89 СНиП 23-05-95* ТК РФ ст. 108 ТИ Р М-075-2003 ГОСТ 12.4.011-89 ГОСТ 12.1.019-2017 ГОСТ 12.1.030-81 ТИ Р М-075-2003 Р 3.5.1904-04. 3.5 СН 2.2.4/2.1.8.566-96 ГОСТ 12.4.011–89 ГОСТ 12.4.125-83
Повышенный уровень шума	+	+	+	
Повышенный уровень электромагнитных полей	+	+	+	
Неудовлетворительное освещение рабочей зоны	+	+	+	
Монотонность труда, физические и эмоциональные перегрузки, умственное перенапряжение	+	+		
Повышенная температура поверхности изделия, оборудования, инструмента и расплавов припоев		+		
Повышенный уровень напряженности электростатического поля	+	+		
Поражение электрическим током		+	+	
Короткое замыкание	+	+	+	
Выделяющиеся при пайке вредные вещества		+		
Ультрафиолетовое излучение		+	+	
Движущиеся механизмы		+		
Вибрации		+		

### 6.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В соответствии с последовательностью в таблице 6.1 далее были описаны выявленные вредные и опасные факторы.

#### 6.3.1 Неудовлетворительный микроклимат

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» лаборатория 210 корпуса ТПУ № 4 относится к категории I а. В ней производятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

В таблице 6.2 представлены оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений категории Ia. Таблица 6.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia	22-24	21-25	40-60	0,1
Теплый	Ia	23-25	22-26	40-60	0,1

Для минимизации влияния данного фактора в лаборатории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работ, присутствует водяное отопление и кондиционирование.

Микроклимат помещения соответствует оптимальным показателям, а именно относительная влажность воздуха – (40-54) %, скорость движения

воздушных потоков – менее 0,1 м/с, температура воздуха в теплый период – (+24-25) °С, температура воздушных потоков в холодное время года – (+22-23) °С.

### **6.3.2 Повышенный уровень шума**

При работе с ЭВМ в лаборатории 210 корпуса ТПУ № 4 характер шума – широкополосный с непрерывным спектром более 1 октавы. Согласно ГОСТ 12.2.032-78 уровень шума в помещении не более 80 дБА и соответствует допускам СОУТ ТПУ 2019.

К способам защиты можно отнести: устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике, применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных) и прочее.

### **6.3.3 Неудовлетворительное освещение рабочей зоны**

В лаборатории 210 корпуса ТПУ № 4 имеется естественное боковое одностороннее освещение, а также искусственное освещение. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы мониторы ПК были ориентированы боковой стороной к световым проёмам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Для рабочего места с паяльной станцией предусмотрено отдельное искусственное освещение. Согласно ТИ Р М-075-2003 «Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником» для местного освещения рабочих мест при пайке паяльником применяются светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники располагаются таким образом, чтобы их светящие элементы не попадали в поле зрения работников. Устройство для крепления светильников местного освещения обеспечивает фиксацию

светильника во всех необходимых положениях. Подводка электропроводов к светильнику находится внутри устройства. Открытая проводка не допускается.

Согласно СНиП 23-05-95\* «Естественное и искусственное освещение» освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Согласно СНиП 23-05-95\* световая среда в лаборатории 210 корпуса ТПУ № 4 соответствует допустимым нормам.

#### **6.3.4 Повышенная температура поверхности изделия, оборудования, инструмента и расплавов припоев**

Источником воздействия этого фактора становится работа с паяльной станцией в процессе сборки устройства.

Для минимизации данного фактора следует руководствоваться ТИ Р М-075-2003 «Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником». Общие требования этой инструкции заключаются в следующем:

К выполнению работ по пайке паяльником допускаются работники в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие обучение, инструктаж и проверку знаний по охране труда, освоившие безопасные методы и приемы выполнения работ, методы и приемы правильного обращения с приспособлениями, инструментами и грузами.

Работники, выполняющие пайку паяльником, должны иметь II группу по электробезопасности.

В случае возникновения в процессе пайки паяльником каких-либо вопросов, связанных с ее безопасным выполнением, работник должен обратиться к своему непосредственному или вышестоящему руководителю.



Работники, занятые пайкой, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты, такими как защитные очки и перчатки.

Приступать к огневым работам разрешается только после согласования их с пожарной охраной (ДПД) и выполнения мероприятий, предусмотренных в разрешении на проведение огневых работ.

### **6.3.5 Поражение электрическим током**

Источниками возникновения фактора, то есть основными непосредственными причинами электротравматизма, являются:

- а) прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением;
- б) прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением;
- в) ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала.

Для предотвращения поражения электрическим током в лаборатории 210 корпуса ТПУ № 4, оборудование оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия:

- оформление работы нарядом или устным распоряжением;
- проведение инструктажей и допуск к работе;
- надзор во время работы.

По опасности поражения электрическим током лаборатория корпуса ТПУ № 4 относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой (18-20) °С, с влажностью (40-50) %).

#### 6.4.6 Электромагнитное излучение и напряженность электростатического поля.

Использование ПК может привести к наличию таких вредных факторов, как повышенный уровень статического электричества, повышенный уровень электромагнитных полей, повышенная напряженность электрического поля.

Находящиеся в лаборатории ЭВМ соответствуют требованиями СанПиН 1.2.3685-21, настоящие санитарные правила и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке. Допустимые уровни электромагнитных и электростатических полей, создаваемых ЭВМ в лаборатории, не превышают значений, представленных в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля	—	15 кВ/м

Уровни ЭМП, ЭСП в лаборатории 210 корпуса ТПУ № 4, перечисленные в таблице 6.3, соответствуют допускам СанПиН 1.2.3685-21.

#### **6.4.7 Монотонность труда, физические и эмоциональные перегрузки, умственное перенапряжение**

Работа за ПК монотонна, требует высокой концентрации, вызывает напряжение. При работе за ПК разработчик находится в сидячем положении, что негативно сказывается на состоянии здоровья. Также разработчик выполняет умственную работу, что влияет на функции нервной системы, влияет на зрение и слух и на психическое здоровье человека.

Состояние утомления (усталость) характеризуется определенными объективными показателями и субъективными ощущениями.

При первых симптомах психического перенапряжения необходимо:

- дать нервной системе расслабиться;
- рационально чередовать периоды отдыха и работы с помощью регламентированных перерывов;
- начать заниматься спортом;
- ложиться спать в одно и то же время;
- в тяжелых случаях обратиться к врачу.

Для снижения психофизических факторов назначены короткие дополнительные перерывы для отдыха работника в удобное для него время. Помимо этого, введен перерыв на спортивную гимнастику и коммуникацию рабочего коллектива, в целях сплочения коллектива и снижения умственного перенапряжения.

#### **6.4.8 Выделяющиеся при пайке вредные вещества**

Источником данного фактора на рабочем месте является процесс пайки, который сопровождается загрязнением воздушной среды свинцом как непосредственно при пайке, так и в периоды, когда паяльники и ванночки находятся в рабочем состоянии.

В лаборатории, согласно ТИ Р М-075-2003, применяются следующие меры защиты:

а) эксплуатация или ввод в эксплуатацию участков пайки, не оборудованных вентиляцией – запрещено.

б) вентиляционные установки включаются до начала работ и выключаются после их окончания. Работа вентиляционной установки контролируется с помощью специальной сигнализации.

в) рабочие места оборудованы местными вытяжными устройствами, обеспечивающими скорость движения воздуха непосредственно на месте пайки не менее 0,6 м/с, независимо от конструкции воздухоприемников.

г) все вентиляционные установки, обслуживающие участки, на которых производится пайка, имеют паспорта с указанием скорости воздуха на месте пайки – 0,6 м/с.

д) для предупреждения работников о возможности поражения электрическим током на участках пайки паяльником должны быть вывешены предупредительные надписи, плакаты и знаки безопасности, а на полу положены деревянные решетки, покрытые диэлектрическими ковриками.

е) к выполнению работ по пайке паяльником допускаются работники в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие обучение, инструктаж и проверку знаний по охране труда, освоившие безопасные методы и приемы выполнения работ, методы и приемы правильного обращения с приспособлениями, инструментами и грузами.

ж) работники, выполняющие пайку паяльником, должны иметь II группу по электробезопасности.

#### **6.4.9 Ультрафиолетовое излучение**

Согласно Руководству 3.5.1904-04 ультрафиолетовое бактерицидное облучение является санитарно-противоэпидемическим (профилактическим) мероприятием, направленным на снижение количества микроорганизмов и

профилактику инфекционных заболеваний, и способствующим соблюдению санитарных норм и правил по устройству и содержанию помещений.

Открытый тип излучателей используется для дезинфекции помещений без людей либо с кратковременным пребыванием людей внутри них.

Пока в помещении проводится лучевая обработка, над его входом должна висеть либо светиться (при наличии светового табло) информация об этом, также в это время должен быть прекращен доступ туда как работников, так и посетителей.

Продолжительность выполнения УФ-обработки должна строго контролироваться и составлять от 10 до 30 минут, в зависимости от площади помещения. По ее окончании облучатель обязательно выключается.

#### **6.4.10 Движущие механизмы**

Согласно ГОСТ 12.4.011–89 все работы, ведущиеся с применением движущихся механизмов, должны производиться строго в специальной одежде: специальных рабочих костюмах, халатах или робах, - для исключения попадания свисающих частей одежды на быстродвижущиеся детали. Требования, предъявляемые к специальной одежде: обеспечение наибольшего комфорта для человека и максимальной безопасности. Особенно опасным для здоровья может оказаться захватывание валами или зубчатыми передачами волос работающих, поэтому, если существует вероятность такой травмы, то служащие обязательно надевают головной убор и надежно убирают под него волосы. Если есть опасность разлёта искр или стружки, то используются защитные очки закрытого типа.

Оградительные устройства применяют для изоляции систем движущихся механизмов.

В соответствии с ГОСТ 12.4.125-83 – классифицирующие средства защиты от механического травмирования, оградительные устройства подразделяют: по конструктивному исполнению – на кожухи, дверцы, щиты,

козырьки, планки, барьеры и экраны; по способу установки – на стационарные, подвижные, переносные.

Информативную сигнализацию используют для согласования действий работающих. Так же сигнализацию применяют в шумных производствах, где нарушена речевая связь. Подвидом информативной сигнализации являются всякого рода схемы, указатели, надписи. Как правило, надписи делают непосредственно на оборудовании либо в зоне его обслуживания на специальных табло.

Устройства предупредительной сигнализации предназначены для предупреждения об опасности. Чаще всего в них используют световые и звуковые сигналы, поступающие от различных приборов, регистрирующих ход технологического процесса.

Лаборатория 210 корпуса ТПУ № 4 оснащена необходимой специальной одеждой.

#### **6.4.11 Вибрации**

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96 допустимый уровень вибрации в жилых и общественных зданиях - уровень фактора, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к вибрационному воздействию.

По способу передачи на человека различают:

- общую вибрацию, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;
- локальную вибрацию, передающуюся через руки человека.

Нужно учитывать, что колебательные процессы присущи живому организму. Внутренние органы можно рассматривать как колебательные системы с упругими связями. Их собственные частоты лежат в диапазоне 3–6 Гц. При воздействии на человека внешних колебаний таких частот

происходит возникновение резонансных явлений во внутренних органах, способных вызвать травмы, разрыв артерий, летальный исход.

Собственные частоты колебаний тела в положении лежа составляют (3–6) Гц, стоя — (5–12) Гц, грудной клетки — (5–8) Гц. Воздействие на человека вибраций таких частот угнетает центральную нервную систему, вызывая чувство тревоги и страха. Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения физиологического и функционального характера.

При разработке устройства вибрации не предполагаются.

## **6.5 Экологическая безопасность**

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

### **6.5.1 Анализ влияния процесса сборки на окружающую среду**

В процессе сборки применяется пайка электронных компонентов, что имеет негативное влияние на атмосферу и гидросферу. В процессе пайки испаряются различные вредные вещества, которые входят в состав припоя и флюса. В целях уменьшения влияния на атмосферу можно использовать устройства для очистки технологических выбросов в атмосферу. Таким устройством может быть циклон.

Так же после работы на рабочем месте остаются частички припоя, проводов и электронных компонентов. Попадание данных материалов в канализацию могут быть губительны для гидросферы. В целях снижения опасности необходимо предусмотреть способы очистки жидкости перед попаданием в канализацию. В качестве решения можно использовать мелкую

решетку, которая задержит частички припоя и проводов, которые в дальнейшем будут отправлены на утилизацию в соответствии с требованиями законодательства.

В рабочей зоне с паяльной станцией лаборатории 210 корпуса ТПУ № 4 присутствует местная вытяжная вентиляция, что соответствует нормам ТИ Р М-075-2003.

#### **6.5.2 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду**

Продукты производства электроники содержат бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, ртуть, свинец, фталаты, огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы.

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 55102-2012 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов».

Устройство, вышедшее из эксплуатации согласно ГОСТ Р 55102-2012 должно пройти следующие стадии: сбор, хранение, транспортирование и разборка ОЭЭО (отработавшее электротехническое и электронное оборудование).

Приоритетом разборки является обеспечение возможности повторного использования ОЭЭО для первоначальных и иных целей после дополнительной обработки.

При отсутствии возможности повторного использования ОЭЭО подлежит другим способам утилизации, при этом сжигание должно рассматриваться как наименее предпочтительный вариант утилизации.

Люминесцентные лампы утилизируются согласно ГОСТ Р 52105-2003 специализированными и имеющими лицензию на данный вид деятельности организациями.



### **6.5.3 Анализ влияния процесса разработки на окружающую среду**

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также проектирование и моделирование устройства с помощью различных программных комплексов. Таким образом, процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду. Использованная макулатура утилизируется согласно ГОСТ Р 55090-2012 и в последствии вторично используется.

## **6.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

В данном подразделе описан краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС), которые могут возникнуть при разработке, производстве или эксплуатации проектируемого устройства.

### **6.6.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследования**

Для данного объекта исследования наиболее характерны локальные техногенные виды ЧС. Все остальные виды ЧС маловероятны.

Электронные компоненты будущего устройства необходимо присоединять с помощью пайки, соответственно наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар, возникшей в результате короткого замыкания в паяльном оборудовании или при сгорании дорожек печатного узла при прохождении по ним слишком большого тока.

Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

Мерами, которые следует проводить для предотвращения ЧС, а именно пожара, являются:

- проведение пожарной профилактики;
- установка пожарных извещателей;
- оснастка аудиторий первичными средствами пожаротушения.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре осуществляется подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Лаборатория 210 корпуса ТПУ № 4 оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е).

Таблица 6.4 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
до 1,0	порошковой (серии ОП)
до 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» помещение, предназначенное для разработки, изготовления и эксплуатации результатов проекта, относится к типу П-2а. Данным обозначением характеризуются зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

В случае срабатывания системы пожарных извещателей необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию студентов и сотрудников в соответствие с планом эвакуации, который представлен в лаборатории 210 корпуса ТПУ № 4.

## **Заключение**

Результатом разработки является готовый рабочий прототип робота-дезинфектора. Поставленные задачи в ходе разработки и проектирования были полностью решены. Дальнейшей задачей является разработка дистанционного управления роботом и оснащение беспроводной зарядкой.

При определении коммерческого потенциала устройства, а также при определении эффективности исследования было установлено, что разработанный робот-дезинфектор является конкурентноспособным устройством.

Главные преимущества разработанного устройства – его габариты, что является несомненным плюсом при эксплуатации, а также его цена.

Технические параметры соответствуют безопасному использованию устройства.

Себестоимость изготовленного робота-дезинфектора составляет примерно десять тысяч рублей, что значительно меньше, чем цена аналогов на рынке.

Данное устройство рекомендуется к использованию в жилых, больничных, производственных или офисных помещениях в отсутствии людей.

## Перечень используемых источников

1. Робот-дезинфектор помещений. - URL: <https://vektorus.ru/blog/robot-dezinfektor.html> (дата обращения 20.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
2. Робот-дезинфектор с использованием распылительных растворов. - URL: [https://cosmoprime.ru/catalog/pro/obezzarajivanie/robot\\_dezinfektor/robodis#item\\_tab\\_produc\\_info](https://cosmoprime.ru/catalog/pro/obezzarajivanie/robot_dezinfektor/robodis#item_tab_produc_info) (дата обращения 21.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
3. Робот-дезинфектор с УФ лампой. - URL: [https://cosmoprime.ru/catalog/pro/obezzarajivanie/robot\\_dezinfektor/robodis\\_uv#item\\_tab\\_issues](https://cosmoprime.ru/catalog/pro/obezzarajivanie/robot_dezinfektor/robodis_uv#item_tab_issues) (дата обращения 15.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Ультрафиолетовое излучение. - URL: <https://www.spb-svet.ru/ультрафиолетовое-излучение-подтипы/> (дата обращения 09.12.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
5. Дезинфекция ультрафиолетом. - URL: <https://www.lit-uv.ru/tehnologii-uf-obezzaragivaniya/chto-takoe-uf-obezzahzhivanie/> (дата обращения 13.12.2020) – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
6. Робот-дезинфектор Сбербанк. – URL: <http://robotrends.ru/robopedia/dezinfektory.-robotizaciya-dezinfekcii> (дата обращения 10.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. UVD Robots. - URL: <https://www.uvd-robots.com/> (дата обращения 17.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
8. Xenex. - URL: <https://xenex.com/>, свободный. (дата обращения 17.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
9. Nimbus. - URL: <https://www.nevoainc.com/nimbus-microburst.html> (дата обращения 17.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

10. Китайский опыт борьбы с эпидемией на базе искусственного интеллекта. – URL: <http://russian.people.com.cn/n3/2020/0325/c95181-9672354.html> (дата обращения 28.04.2021) – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
11. Neolix. - URL: <https://isrscience.ru/anti-coronavirus-technology/> (дата обращения 14.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
12. Дрон-дезинфектор XAG P UAS. - URL: <https://www.xa.com/en/pseries> (дата обращения 17.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
13. Найвельт Г. С. и др. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры: Справочник. – Радио и связь, 1986. – С. 576.
14. Li-ion аккумуляторы. - URL: [https://www.zapas-m.ru/articles/a\\_bit\\_of\\_theory\\_about\\_li-ion\\_batteries/](https://www.zapas-m.ru/articles/a_bit_of_theory_about_li-ion_batteries/) (дата обращения 13.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
15. Li-ion 18650. - URL: <https://batts.pro/litievyye-akkumulyatoryi-18650/> (дата обращения 13.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
16. Контроллер заряда для Li-ion аккумуляторов. - URL: <https://voltiq.ru/bms-protection-board-review/> (дата обращения 17.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
17. BMS 3S контроллер заряда. - URL: <https://voltiq.ru/shop/3-s-li-ion-charger-protection-board/> (дата обращения 17.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
18. Индикатор напряжения Li-ion. - URL: <https://aliexpress.ru/item/1005001621937087.html> (дата обращения 18.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
19. Бойко Л. С. и др. Редукторы и мотор-редукторы общемашиностроительного применения: Справочник //М.: Машиностроение. – 1984. – С. 41-43.

20. Мотор-редуктор n1-3010. -  
URL: <https://www.yourduino.ru/product/motor-reduktor-dlya-robota> (дата обращения: 17.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
21. Н-мост, принцип работы. - URL: <https://arduinomaster.ru/uroki-arduino/shema-raboty-n-mosta-dlya-upravleniya-dvigatelyami/> (дата обращения 20.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
22. Драйвер двигателя L298N. - URL: <https://voltiq.ru/l298n-and-arduino/> (дата обращения 19.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
23. Датчик ультразвуковой: принцип работы, способы измерения расстояния. - URL: <https://prodatchik.ru/vidy/datchik-ultrazvukovoj/> (дата обращения 10.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
24. Инфракрасный датчик препятствий. -  
URL: [http://know.smartelements.ru/main:sensors:obst\\_dig\\_s#](http://know.smartelements.ru/main:sensors:obst_dig_s#) (дата обращения 11.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
25. Инфракрасный датчик препятствий YL-63. - URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/infrakrasnyj-datchik-prepyatstvij-yl-63/> (дата обращения 11.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
26. Аппаратная платформа Arduino. - URL: <http://arduino.ru/> (дата обращения 20.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
27. Принцип работы StepDown преобразователей. -  
URL: <https://www.ingeneryi.info/elektronika-elektrika/ne-razobranное-elektrika/2165-princip-raboty-stepup-i-stepdown-preobrazovateley.html> (дата обращения 17.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
28. Выбор DC-DC преобразователя. -  
URL: [https://supereyes.ru/articles/power\\_supply/kak-vybrat-dc-dc-preobrazovatel/](https://supereyes.ru/articles/power_supply/kak-vybrat-dc-dc-preobrazovatel/) (дата обращения 17.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

29. Рейтинг бактерицидных ламп. - URL: <https://yanashla.com/luchshie-baktericidnye-lampy/> (дата обращения 24.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

30. Лампа бактерицидная NCL-2H-15-UVC-E27. - URL: <https://www.chipdip.ru/product/ncl-2h-15-uvc-e27-14105> (дата обращения 17.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

31. Модуль питания DC-AC 12 В/220 В. - URL: <https://mcustore.ru/store/moduli-pitaniya/modul-pitaniya-dc-ac-12v-220v-35vt/> (дата обращения: 17.05.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

32. Большаков В., Бочков А., Сергеев А. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex. – 2010.

33. Монк С. Програмируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами //СПб.: ООО Издательство «Питер». – 2017.



**Приложение Г**  
**(обязательное)**

**Временные показатели проведения научного исследования**

Таблица Г – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название работ	Трудоемкость работ			Исполнители	Т <sub>р</sub> , раб. дн.	Т <sub>к</sub> , кал. дн.
		t <sub>min</sub> , чел-дн.	t <sub>max</sub> , чел-дн.	t <sub>ож</sub> , чел-дн.			
1	Составление и утверждение темы проекта	1	2	1,4	Р	0,7	1
		1	2	1,4	И	0,7	1
2	Постановка целей и задач, определение тех.задания	1	3	1,8	Р	0,9	2
		1	3	1,8	И	0,9	2
3	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	3	5	8,2	И	3,8	8
4	Подбор литературы по теме работы	1	2	1,4	Р	0,7	1
		1	2	1,4	И	0,7	1
5	Изучение материалов и анализ существующих разработок	7	10	8,2	И	8,2	12
6	Разработка принципиальной и структурной схемы	2	4	2,8	Р	1,4	2
		2	4	2,8	И	1,4	2
7	Разработка 3D-модели устройства	3	5	3,8	Р	1,9	3
		3	5	3,8	И	1,9	3
8	Подбор компонентов	7	10	8,2	И	8,2	12
9	Написание программного кода устройства	10	14	11,6	И	11,6	17

Продолжение таблицы Г


10	Изготовление корпуса устройства	2	4	2,8	И	2,8	4
11	Монтаж компонентов	4	7	5,2	И	5,2	8
12	Анализ полученных данных	3	5	3,8	И	3,8	6
13	Оценка эффективности полученных результатов	2	4	2,8	Р	1,4	2
		2	4	2,8	И	1,4	2
14	Составление пояснительной записки	20	30	24	И	24	36


**Приложение Д**  
**(обязательное)**

**Календарный план-график проведения НИОКР**

Таблица Д – Календарный план-график проведения НИОКР

№	Вид работ	Исполнители	Ткі, кал. дн	Продолжительность выполнения работ																										
				сентябрь			октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение темы проекта	Студент, Научный руководитель	3																											
2	Постановка целей и задач, определение тех.задания	Студент, Научный руководитель	6																											
3	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Студент	36																											
4	Подбор литературы по теме работы	Студент, Научный руководитель	3																											
5	Изучение материалов и анализ существующих разработок	Студент, Научный руководитель	18																											
6	Разработка принципиальной и структурной схемы	Студент	13																											
7	Разработка 3D-модели устройства	Студент, Научный руководитель	7																											
8	Подбор компонентов	Студент	24																											
9	Написание программного кода устройства	Студент	53																											
10	Изготовление корпуса устройства	Студент	39																											
11	Монтаж компонентов	Студент, Научный руководитель	19																											
12	Анализ полученных результатов	Студент, Научный руководитель	10																											
13	Оценка эффективности полученных результатов	Студент, Научный руководитель	4																											
14	Составление пояснительной записки	Студент	25																											

 - Студент;

 - Студент и научный руководитель.